



THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

K-2157

Applicant : Shin Sato
Title : APPARATUS FOR ELECTRODEIONIZATION OF WATER
Serial No. : 10/791,829
Filed : March 4, 2004
Group Art Unit :
Examiner :

Hon. Commissioner of Patents
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

May 19, 2004

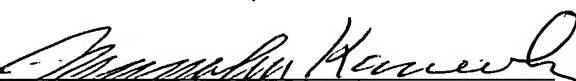
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-198807 filed on July 8, 2002.

Priority of the above application is claimed under 35 USC 119.

Respectfully submitted,
HAUPTMAN KANESAKA & BERNER
PATENT AGENTS, LLP

by 
Manabu Kanesaka
Reg. No. 31,467
Agent for Applicants

1700 Diagonal Road, Suite 310
Alexandria, VA 22314,

Sen. 10/991,529

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 8 日
Date of Application:

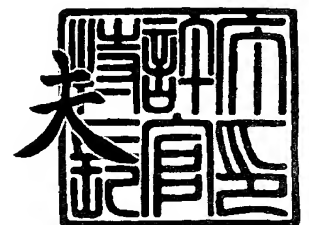
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 9 8 8 0 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 1 9 8 8 0 7]

出 願 人 栗 田 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 1 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 1 9 4 3 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-10639

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B01D 61/48
C02F 1/469

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 4 番 7 号 栗田工業株式会社
内

【氏名】 佐藤 伸

【特許出願人】

【識別番号】 000001063

【氏名又は名称】 栗田工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086911

【弁理士】

【氏名又は名称】 重野 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004787

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電気脱イオン装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 陽極を有する陽極室と、

陰極を有する陰極室と、

これらの陽極室と陰極室との間に複数のアニオン交換膜及びカチオン交換膜を交互に配列することにより交互に形成された濃縮室及び脱塩室と、

該脱塩室に充填されたイオン交換体と、

該濃縮室に充填されたイオン交換体、活性炭又は電気導電体と、

該陽極室及び陰極室にそれぞれ電極水を通水する手段と、

該濃縮室に濃縮水を通水する濃縮水通水手段と、

該脱塩室に原水を通水して脱イオン水を取り出す手段とを有し、

該濃縮水通水手段が、該原水よりシリカ又はホウ素濃度の低い水を、脱塩室の脱イオン水取り出し口に近い側から該濃縮室内に導入すると共に、該濃縮室のうち脱塩室の原水入口に近い側から流出させ、この濃縮室から流出した濃縮水の少なくとも一部を系外へ排出する手段であり、

前記脱塩室内には、前記イオン交換体として、アニオン交換体とカチオン交換体とが、アニオン交換体とカチオン交換体との体積比が $8/2 \sim 5/5$ の割合にて充填されていることを特徴とする電気脱イオン装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記濃縮室内にイオン交換体が充填されており、且つ、このイオン交換体として、アニオン交換体とカチオン交換体とが、アニオン交換体とカチオン交換体との体積比が $8/2 \sim 5/5$ の割合にて充填されていることを特徴とする電気脱イオン装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、該脱塩室内のアニオン交換体の少なくとも一部が II 型アニオン交換体であることを特徴とする電気脱イオン装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項において、該脱塩室内においては原水の流入側ほどアニオン交換体の割合が多いことを特徴とする電気脱イオン装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項において、該イオン交換体

は、電気脱イオン装置の運転開始前は塩型のイオン交換樹脂であり、且つこの塩型のイオン交換樹脂は、室の容積の95～100%の量だけ室内に充填されていることを特徴とする電気脱イオン装置。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれか1項において、

前記陽極から陰極に向う方向の延長両方向の外側にそれぞれエンドプレートが配置され、

該エンドプレートの周縁部同士がタイロッドで連結されており、

且つ、該電気脱イオン装置の側面側に補強部材が当接配置されていることを特徴とする電気脱イオン装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気脱イオン装置に係り、特に電気脱イオン装置におけるシリカやホウ素の除去率を高めるようにした電気脱イオン装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体製造工場、液晶製造工場、製薬工業、食品工業、電力工業等の各種の産業又は民生用ないし研究施設等において使用される脱イオン水の製造には、図2に示す如く、電極（陽極11、陰極12）の間に複数のアニオン交換膜（A膜）13及びカチオン交換膜（C膜）14を交互に配列して濃縮室15と脱塩室16とを交互に形成し、脱塩室16にイオン交換樹脂、イオン交換繊維もしくはグラフト交換体等からなるアニオン交換体及びカチオン交換体を混合もしくは複層状に充填した電気脱イオン装置が多用されている（特許第1782943号、特許第2751090号、特許第2699256号）。なお、図2において、17は陽極室、18は陰極室である。

【0003】

脱塩室16に流入したイオンはその親和力、濃度及び移動度に基いてイオン交換体と反応し、電位の傾きの方向にイオン交換体中を移動し、更に膜を横切って移動し、すべての室において電荷の中和が保たれる。そして、膜の半浸透特性の

ため、及び電位の傾きの方向性のために、イオンは脱塩室 16 では減少し、隣りの濃縮室 15 では濃縮される。即ち、カチオンはカチオン交換膜 14 を透過して、また、アニオンはアニオン交換膜 13 を透過して、それぞれ濃縮室 15 内に濃縮される。このため、脱塩室 16 から生産水として脱イオン水（純水）が回収される。

【0004】

なお、陽極室 17 及び陰極室 18 にも電極水が通液されており、一般に、この電極水としては、電気伝導度の確保のためにイオン濃度の高い濃縮室 15 の流出水（濃縮水）が通液されている。

【0005】

即ち、原水は脱塩室 16 と濃縮室 15 とに導入され、脱塩室 16 からは脱イオン水（純水）が取り出される。一方、濃縮室 15 から流出するイオンが濃縮された濃縮水は、ポンプ（図示せず）により一部が水回収率の向上のために、濃縮室 15 の入口側に循環され、一部が陽極室 17 の入口側に送給され、残部が系内のイオンの濃縮を防止するために排水として系外へ排出される。そして、陽極室 17 の流出水は、陰極室 18 の入口側へ送給され、陰極室 18 の流出水は排水として系外へ排出される。

【0006】

このような電気脱イオン装置にあつては、陽極室 17 では、水解離による H^+ の生成で pH が低下する。一方、陰極室 18 では OH^- の生成で pH が高くなる。このため、pH が低下した酸性の陽極室 17 の流出水を陰極室 18 に通液することで、陰極室 18 におけるアルカリを中和してスケール障害を抑制している。

【0007】

このような電気脱イオン装置にあつては、濃縮水の影響で電気脱イオン装置の生産水の水質が影響を受ける可能性があることはこれまでに各種報告されている。また、電極室に活性炭やイオン交換樹脂を充填することは、USP 5, 868, 915 に示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従来の電気脱イオン装置にあつては、シリカ及びホウ素の除去が若干不十分であり、例えば、シリカについては99.9～99.99%以上の除去率を得ることは困難であつた。

【0009】

従来、濃縮水が生産水の水質に影響を及ぼすことが報告されているが、シリカ、ホウ素との関係については言及されていない。また、電極室に活性炭やイオン交換樹脂を充填することにより、電気抵抗を低減することはできるが、シリカ、ホウ素の低減は達成されていない。

【0010】

本発明は上記従来の問題点を解決し、シリカ及びホウ素を高度に除去して高水質の脱イオン水を生産することができる電気脱イオン装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の電気脱イオン装置の運転方法は、陽極を有する陽極室と、陰極を有する陰極室と、これらの陽極室と陰極室との間に複数のアニオン交換膜及びカチオン交換膜を交互に配列することにより交互に形成された濃縮室及び脱塩室と、該脱塩室に充填されたイオン交換体と、該濃縮室に充填されたイオン交換体、活性炭又は電気導電体と、該陽極室及び陰極室にそれぞれ電極水を通水する手段と、該濃縮室に濃縮水を通水する濃縮水通水手段と、該脱塩室に原水を通水して脱イオン水を取り出す手段とを有し、該濃縮水通水手段が、該原水よりシリカ又はホウ素濃度の低い水を、脱塩室の脱イオン水取り出し口に近い側から該濃縮室内に導入すると共に、該濃縮室のうち脱塩室の原水入口に近い側から流出させ、この濃縮室から流出した濃縮水の少なくとも一部を系外へ排出する手段であり、前記脱塩室内には、前記イオン交換体として、アニオン交換体とカチオン交換体とが、アニオン交換体とカチオン交換体との体積比が8/2～5/5の割合にて充填されていることを特徴とするものである。

【0012】

本発明においては、濃縮水として原水よりシリカ又はホウ素濃度の低い水を用

い、しかも、このように水質の良好な水を、脱塩室の脱イオン水（生産水）取り出し側から原水流入側へ向かう方向に濃縮室に通水するため、シリカ、ホウ素濃度を極低濃度にまで低減した高水質の生産水を得ることができる。

【0013】

本発明では、脱塩室内好ましくは脱塩室及び濃縮室内にそれぞれアニオン交換体とカチオン交換体とをアニオン交換体／カチオン交換体の体積比が8／2～5／5の割合にて充填することにより、脱塩室あるいは脱塩室及び濃縮室における電気抵抗を小さくし、これにより電力消費量を低減することができる。

【0014】

この場合、脱塩室内では原水の流入側ほどアニオン交換体の割合を高くすることが好ましい。このようにすると、脱塩室内において原水の流入側ほど水がアルカリ性となり、シリカ、ホウ素が解離し易くなりシリカ、ホウ素の除去率が高くなる。

【0015】

本発明では、アニオン交換体の少なくとも一部としてII型アニオン交換樹脂を用いることにより、炭酸イオンの除去効率を高めることができる。

【0016】

本発明では、イオン交換体は、電気脱イオン装置の運転開始前は塩型のイオン交換樹脂であり、且つこの塩型のイオン交換樹脂は、室の容積の95～100%の量だけ室内に充填されていることが好ましい。この塩型のイオン交換体は、電気脱イオン装置の運転に伴って H^+ 、 OH^- とイオン交換して H^+ 型あるいは OH^- 型イオン交換体となり、体積が膨張する。これにより、イオン交換体がイオン交換膜に密着し、電気抵抗が小さくなる。また、室内に水の短絡路が生じることが防止される。

【0017】

なお、このようにイオン交換体が膨張すると、各室を囲むフレームに対し側方に膨らみ出そうとする大きな力が加えられる。そこで、本発明では、電気脱イオン装置の側面部に補強部材を当接配置することが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0019】

図1は本発明の実施の形態を示す電気脱イオン装置の模式的な断面図である。この電気脱イオン装置は、図2に示す従来の電気脱イオン装置と同様、電極（陽極11、陰極12）の間に複数のアニオン交換膜（A膜）13及びカチオン交換膜（C膜）14を交互に配列して濃縮室15と脱塩室16とを交互に形成したものであり、脱塩室16には、イオン交換樹脂、イオン交換繊維もしくはグラフト交換体等からなるアニオン交換体及びカチオン交換体が混合もしくは複層状に充填されている。このアニオン交換体とカチオン交換体との混合比率（体積比）はアニオン交換体／カチオン交換体＝8／2～5／5である。

【0020】

また、濃縮室15と、陽極室17及び陰極室18にも、イオン交換体、活性炭又は金属等の電気導電体が充填されている。ただし、濃縮室15にあっては、イオン交換体が充填され、且つこのアニオン交換体とカチオン交換体との混合比率（体積比）はアニオン交換体／カチオン交換体＝8／2～5／5であることが好ましい。

【0021】

脱塩室及び濃縮室におけるイオン交換体のアニオン交換体／カチオン交換体比を8／2～5／5とすることにより、各室の電気抵抗が小さくなり、電気脱イオン装置の消費電力が低減される。

【0022】

このアニオン交換体の少なくとも一部としてII型（II形）アニオン交換樹脂を採用すると、炭酸イオンの除去効率が向上する。このII型アニオン交換樹脂は、ジメチルエタノールアミンを官能基とする強塩基性陰イオン交換樹脂である。II型アニオン交換樹脂の混合割合は、アニオン交換体の5～15％程度であることが望ましい。

【0023】

原水は脱塩室16に導入され、脱塩室16からは生産水が取り出される。この

生産水の一部は、濃縮室 15 に脱塩室 16 の通水方向とは逆方向に向流一過式で通水され、濃縮室 15 の流出水は系外へ排出される。即ち、この電気脱イオン装置では、濃縮室 15 と脱塩室 16 とが交互に並設され、脱塩室 16 の生産水取り出し側に濃縮室 15 の流入口が設けられており、脱塩室 16 の原水流入側に濃縮室 15 の流出口が設けられている。また、生産水の一部は陽極室 17 の入口側へ送給され、そして、陽極室 17 の流出水は、陰極室 18 の入口側へ送給され、陰極室 18 の流出水は排水として系外へ排出される。

【0024】

このように、濃縮室 15 に生産水を脱塩室 16 と向流一過式で通水することにより、生産水取り出し側ほど濃縮室 15 内の濃縮水の濃度が低いものとなり、濃度拡散による脱塩室 16 への影響が小さくなり、イオン除去率、特にシリカ、ホウ素の除去率を飛躍的に高めることができる。

【0025】

特に、脱塩室 16 において原水の流入側ほどアニオン交換体の割合を多くすると、この流入側において水がアルカリ性となり、シリカ、ホウ素（ホウ酸）の解離が促進され、シリカ、ホウ素の除去が効率良く行われる。

【0026】

また、濃縮室にイオン交換体を充填することで、濃縮室の LV を 20 m/hr 以下としても、脱イオン性能を確保することができる。これは、濃縮室内がスペースであると、濃縮室膜面におけるシリカ、ホウ素の膜面濃縮を水流により拡散させる必要があったのに対し、濃縮室にイオン交換体等を充填することで、イオン交換体を通じてイオンが拡散するため、高い通水速度（ LV ）を必要としないためと考えられる。

【0027】

このように通水速度が低くても良いため、一過式で濃縮水を通水しても、水回収率は従来よりも向上させることができ、しかも、循環ポンプを用いる必要もないため、さらに経済的である。

【0028】

濃縮室充填物は、必要電流確保のためには活性炭等でも良いが、上記イオン拡

散作用の点から、前記の通りイオン交換体を充填することが望ましく、特にアニオン交換体／カチオン交換体＝8／2～5／5として電気抵抗を小さくすることが好ましい。

【0029】

この図1の電気脱イオン装置では、電極室17、18にも生産水を供給しているが、電極室17、18でも濃縮室15と同様に、電流確保のために、イオン交換体や活性炭、又は電気導電体である金属等を充填することで、水質によらず消費電圧が一定になり、超純水等の高水質の水を通水しても必要電流を確保することが可能となる。

【0030】

なお、電極室では、特に陽極室での塩素やオゾン等の酸化剤の発生が起るため、充填物としては、長期的にはイオン交換樹脂等を用いるよりも、活性炭を用いることが好ましい。また、電極室へ図1のように生産水を供給することは、電極室供給水に Cl^- が殆ど無いため、塩素の発生を防止できるので、充填物や電極の長期安定化のためには望ましい。

【0031】

なお、電極室は上記のような充填物を用いなくても、電極板の通水面側を多孔質状に加工し、その部分に電極水を通水できるようにしても良く、その場合、電極板と電極室が一体化できるので、組立等が簡単になる等のメリットがある。

【0032】

この電気脱イオン装置を組み立てる場合、イオン交換体としては塩型（例えばNa型あるいはCl型）のイオン交換体を用い、且つ充填すべき室の容積の95～100%を充填するのが好ましい。電気脱イオン装置の運転開始に伴って、この塩型のイオン交換体は水中の H^+ 、 OH^- とイオン交換してH型、OH型などの再生型イオン交換樹脂となるが、このイオン交換によりイオン交換体が膨張し、室内に緻密に充填され、イオン交換膜に密着し、イオン交換膜とイオン交換体との接触抵抗が小さくなる。また、室内に水の短絡路（チャンネル）が生じることが防止され、高水質の処理水を生産し易くなる。

【0033】

なお、図1の電気脱イオン装置において、濃縮水の循環を行う場合、全体で循環してしまうと濃縮室の、特に生産水流出側でのシリカ、ホウ素の温度が上がってしまうので、図3のように濃縮室を分断させ、入口側と出口側で濃度勾配をとるようにすれば、生産水質は図1の向流通水と同等のものを得ることができる。

【0034】

図3(a)は本発明の電気脱イオン装置の他の実施の形態を示す概略的な斜視図、図3(b)は同系統図である。

【0035】

図示の如く、この電気脱イオン装置は、陽極11と陰極12との間に、カチオン交換膜とアニオン交換膜とを交互に配列して濃縮室15と脱塩室16とを交互に形成した点においては従来の電気脱イオン装置と同様の構成とされているが、濃縮室15が仕切壁15Sにより2以上(図3においては2個)の濃縮水流通部15A, 15Bに区画され、各濃縮水流通部15A, 15Bの濃縮水の通水方向が脱塩室16内の通水方向と交叉する方向とされている点が従来の電気脱イオン装置と異なる。

【0036】

即ち、図3において、脱塩室16は、図3(a)における上側が入口側、下側が出口側であり、脱塩室16内を水は上から下へ向かって流れる。

【0037】

一方、濃縮室15内には、この脱塩室16内の通水方向と交叉する方向(図3(a)においては直交方向(なお、この直交方向とは必ずしも厳密なものではなく、80~100°程度の範囲を含む)に延在する仕切壁15Sが設けられ、濃縮室15内は図において上下に2段に分画され、各濃縮水流通部15A, 15Bの各々に図の手前側から裏側へ通水が行われる。

【0038】

図3(b)に示す如く、脱塩室から取り出された生産水の一部はポンプにより循環される濃縮水流通部15Bの循環系に導入され、生産水取り出し側の濃縮水流通部15Bを循環する。この循環系の循環濃縮水の一部がポンプにより循環される濃縮水流通部15Aの循環系に導入され、原水流入側の濃縮水流通部15A

を循環し、その一部は系外へ排出される。

【0039】

この電気脱イオン装置であっても、生産水が生産水取り出し側の濃縮水流通部 15B を循環した後原水流入側の濃縮水流通部 15A に流入して循環し、その後系外へ排出されることにより、結果的には、濃縮水は、生産水の取り出し側から原水流入側へ通水され、その後一部が系外へ排出されたことになり、図 1 に示す脱塩室との向流一過式通水の場合と同様の効果が奏される。

【0040】

なお、濃縮室を仕切壁で仕切って形成する濃縮水流通部は 3 以上であっても良い。ただし、仕切壁の数を増やすことによる部材数の増加、装置構成の複雑化等を考慮した場合、濃縮室内を 2 又は 3 個の濃縮水流通部に区画するのが好ましい。

【0041】

このような電気脱イオン装置において、シリカのみならず特にホウ素をも除去しようとする際には、脱塩室の厚さが小さいほど良いことが、鋭意研究の結果判明している。脱塩室の厚さは 5 mm 以下が良く、小さいほど良いが、水の通水性や製作時の取り扱い性等を考慮すると実用上 2 mm 以上とすることが好ましい。

【0042】

また、電流確保を行い、濃度拡散の影響を排除することで、シリカ、ホウ素の除去率向上を図ることが本発明の目的であり、電流確保のためには、濃縮室、更には電極室に先に記したような工夫が必要となるが、シリカ、ホウ素高除去のための必要電流は、電流効率として 10 % 以下に相当する電流値、さらに 99.9 % 以上のシリカ、ホウ素除去率を得るためには望ましくは電流効率 5 % 以下に相当する電流値が必要となる。なお、電流効率とは以下の式で示される。

$$\text{電流効率 (\%)} = 1.31 \times \text{セル当たり流量 (L/min)} \times (\text{原水当量導電率} (\mu\text{S/cm}) - \text{処理水当量導電率} (\mu\text{S/cm})) / \text{電流 (A)}$$

【0043】

このような本発明の電気脱イオン装置では、電気脱イオン装置の原水が高比抵抗であって、この水のシリカやホウ素のみをさらに低減したい場合であっても、

必要電流が確保できるので、濃縮室及び電極室のいずれか一方にでも電流が流れなければ、電気脱イオン装置全体の電流が流れなくなるという従来の問題点は解消される。

【0044】

このため、高比抵抗の原水からさらに、シリカ、ホウ素を除去しようとする場合にも、電気脱イオン装置を用いることができ、従って、電気脱イオン装置の適用水質範囲を大きく広げることができるため、その工業的有用性は極めて大である。

【0045】

例えば、主として半導体工場の一次純水製造装置として用いた場合、水使用が少なく、原水に生産水が戻されて循環しているような場合でも、必要電流を確保することができ、装置の立ち上げ時等にも安定に起動させることができる。

【0046】

また、電気脱イオン装置を直列で複数段設置して多段通水するような場合の後段の電気脱イオン装置においても、必要電流を確保することができる。

【0047】

また、超純水製造工程の二次純水システム（サブシステム）において、比抵抗 $10\text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上の水を原水としても、必要電流が確保できるので、デミナー（非再生式混床イオン交換装置）の代替として用いることができる。

【0048】

前記のように、電気脱イオン装置の組立てに際し、塩型イオン交換体を充填し、その後の電気脱イオン装置の運転によりイオン交換体を膨張させる場合、この膨張に伴って電気脱イオン装置のフレームに対し側方向へ膨らみ出そうとする大きな応力が生じる。この応力に対抗するために、電気脱イオン装置の側面に補強板を当てがうことが好ましい。この補強板を備えた電気脱イオン装置の構成について図4～7を参照して説明する。

【0049】

図4は、この電気脱イオン装置の斜視図、図5、6はこの電気脱イオン装置の側面図と側面部分の分解斜視図、図7は図5のVII-VII線の一部断面図、図8は

図4のVIII-VIII線の一部断面図、図9はこの電気脱イオン装置の内部構造を示す分解斜視図である。

【0050】

図9の通り、陰極側のベースプレート31の内向き面に浅い凹所よりなる陰極室31a(図8)が設けられ、この陰極室31aの底面に沿って陰極板32が配置されている。この陰極ベースプレート31の周縁部に枠状の陰極用スペーサ33が重ね合わされる。この陰極用スペーサ33の上にカチオン交換膜34、脱塩室形成用の枠状フレーム35、アニオン交換膜36及び濃縮室形成用の枠状フレーム37がこの順に重ね合わされる。このカチオン交換膜34、脱塩室形成用の枠状フレーム35、アニオン交換膜36及び濃縮室形成用の枠状フレーム37が1単位として多数重ね合わされる。即ち、膜34、フレーム35、膜36、フレーム37が連続して繰り返し積層される。最後のアニオン交換膜36に対し枠状の陽極用スペーサ38を介して陽極側ベースプレート40が重ね合わされる。この陽極側ベースプレート40の内向き面にも浅い凹所よりなる陽極室40aが設けられ、この陽極室40aの底面に陽極板39が配置される。

【0051】

この積層体の積層方向の外側、即ち陰極側ベースプレート31の外向き面及び陽極側ベースプレート40の外向き面にそれぞれエンドプレート50、50が重ね合わされ、これらのエンドプレート50、50の周縁部同士がタイロッド(この実施の形態では、両端に雄ねじが刻設されたタイボルト)60と、該タイロッド60の両端に螺じ込まれたナット61とによって連結されている。

【0052】

上記の脱塩室用フレーム35の内側スペースが脱塩室となっており、濃縮室用フレーム37の原水は被処理水流入ライン41を通して脱塩室内に通水され、濃縮水は濃縮水流入ライン42を通して濃縮室内に通水される。脱塩室内に流入してきた被処理水はイオン交換樹脂の充填層を流下し、その際、該被処理水中の不純物イオンが除かれて脱イオン水となり、これが脱イオン水流出ライン43を経て流出する。

【0053】

一方、濃縮室内に通水された濃縮水は濃縮室内を流下するときに、イオン交換膜 34, 36 を介して移動してくる不純物イオンを受け取り、不純物イオンを濃縮した濃縮水として濃縮水流出ライン 34 より流出する。電極室にはそれぞれ導入ライン 45, 46 及び取出ライン 47, 48 を介して電極水が流通される。

【0054】

このフレーム 35, 37 に対してイオン交換体から加えられる膨張力に対抗するために、電気脱イオン装置にあっては補強部材 80 がフレーム 35, 37 の積層体の側面部に当てがわれている。この補強部材 80 は、コ字形断面形状の鋼製アングル材よりなり、前記ベースプレート 31, 40 間に架け渡されている。

【0055】

即ち、図 6, 8 に示す通り、ベースプレート 31, 40 にはその左右幅方向に貫通する貫通孔 70 が設けられ、この貫通孔 70 にタイボルト 71 が挿通されている。このタイボルト 71 の先端が補強部材 80 の先端部の開口 81 に挿通され、ナット 72 がタイボルト 71 に締め込まれることにより補強部材 80 がベースプレート 31, 40 間に架設され、且つ電気脱イオン装置のフレーム積層体の側面に当接される。符号 82 は、このナット 72 の締め込み作業のために補強部材 80 に設けられた切欠部を示す。

【0056】

この補強部材 80 は、コ字形が下向きのものと上向きのものとを交互に配設されている。下向きコ字形の補強部材 80 と上向きコ字形の補強部材 80 とが組み合わされることにより箱形断面形状とされ、その中に前記タイロッド 50 が配置される。なお、タイロッド 50 を先に装着してから補強部材 80 をベースプレート 41, 50 間に架け渡すように装着する。

【0057】

なお、本発明では、脱塩室と濃縮室との流量比を 9 : 1 ~ 7 : 3 とすることが好ましく、この流量比とすることにより脱イオン水の水質を向上できると共に、水の回収率を高めることができる。

【0058】

本発明では、電流密度は $300 \text{ mA} / \text{dm}^2$ 以上が好適である。

【0059】

また、本発明では、シリカ除去効率を高めるために被処理水の水温を15℃以上特に25～40℃程度とすることが好ましい。なお、フレームやイオン交換膜、イオン交換樹脂等を耐熱性の高いものとするならば、この水温を40℃以上としてもよい。

【0060】**【発明の効果】**

以上詳述した通り、本発明によれば、従来の電気脱イオン装置では十分に除去し得ないシリカ、ホウ素を高度に除去して高純度の生産水を製造することができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の実施の形態を示す電気脱イオン装置の模式的な断面図である。

【図2】

従来の電気脱イオン装置を示す模式的な断面図である。

【図3】

図3（a）は本発明の電気脱イオン装置の別の実施の形態を示す概略的な斜視図、図3（b）は同系統図である。

【図4】

本発明の電気脱イオン装置のさらに別の実施の形態を示す斜視図である。

【図5】

図4の電気脱イオン装置の側面図である。

【図6】

図4の電気脱イオン装置の端部の斜視図である。

【図7】

図5のVII-VII線断面図である。

【図8】

図4のVIII-VIII線断面図である。

【図9】

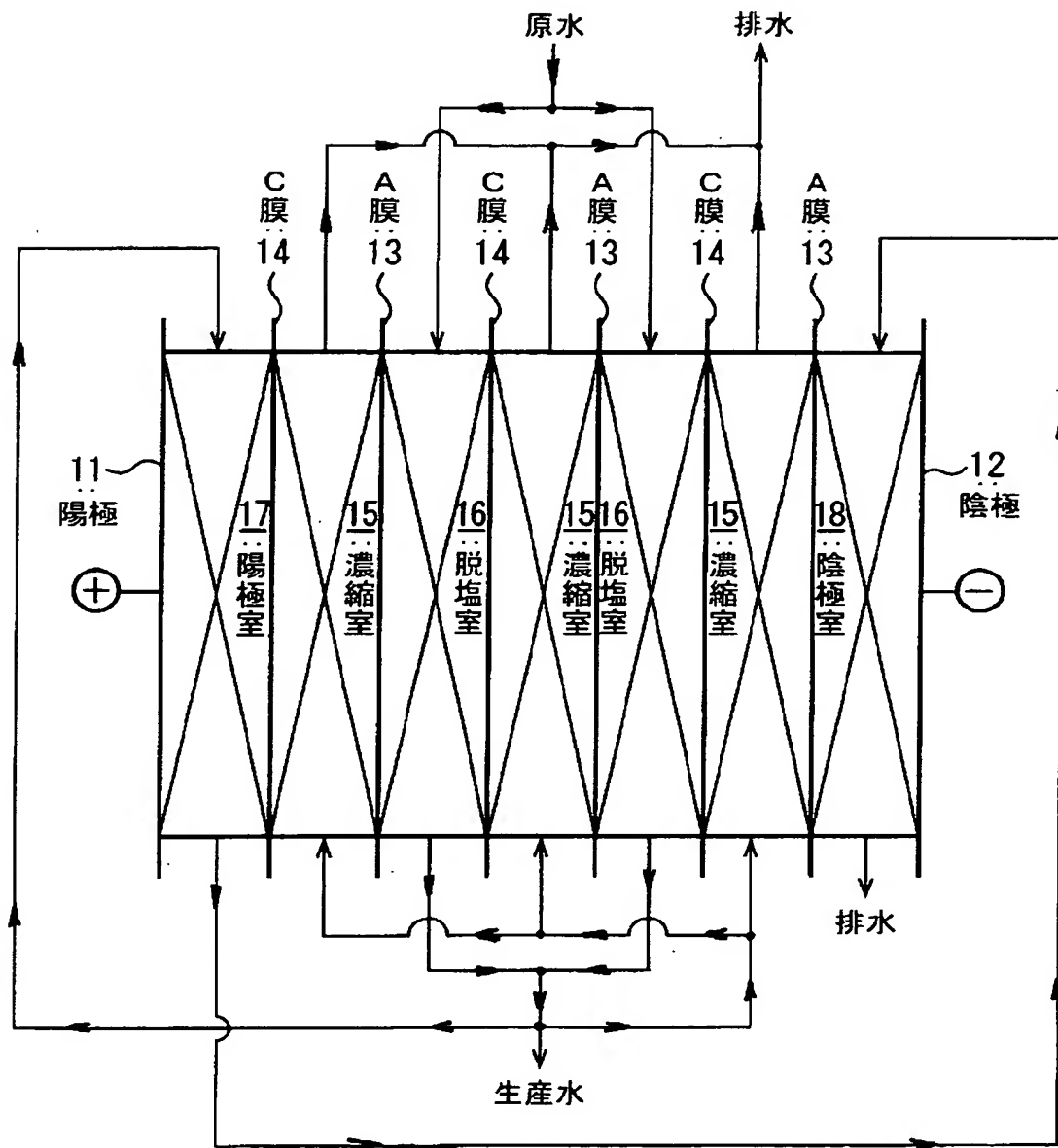
図4の電気脱イオン装置の内部構成図である。

【符号の説明】

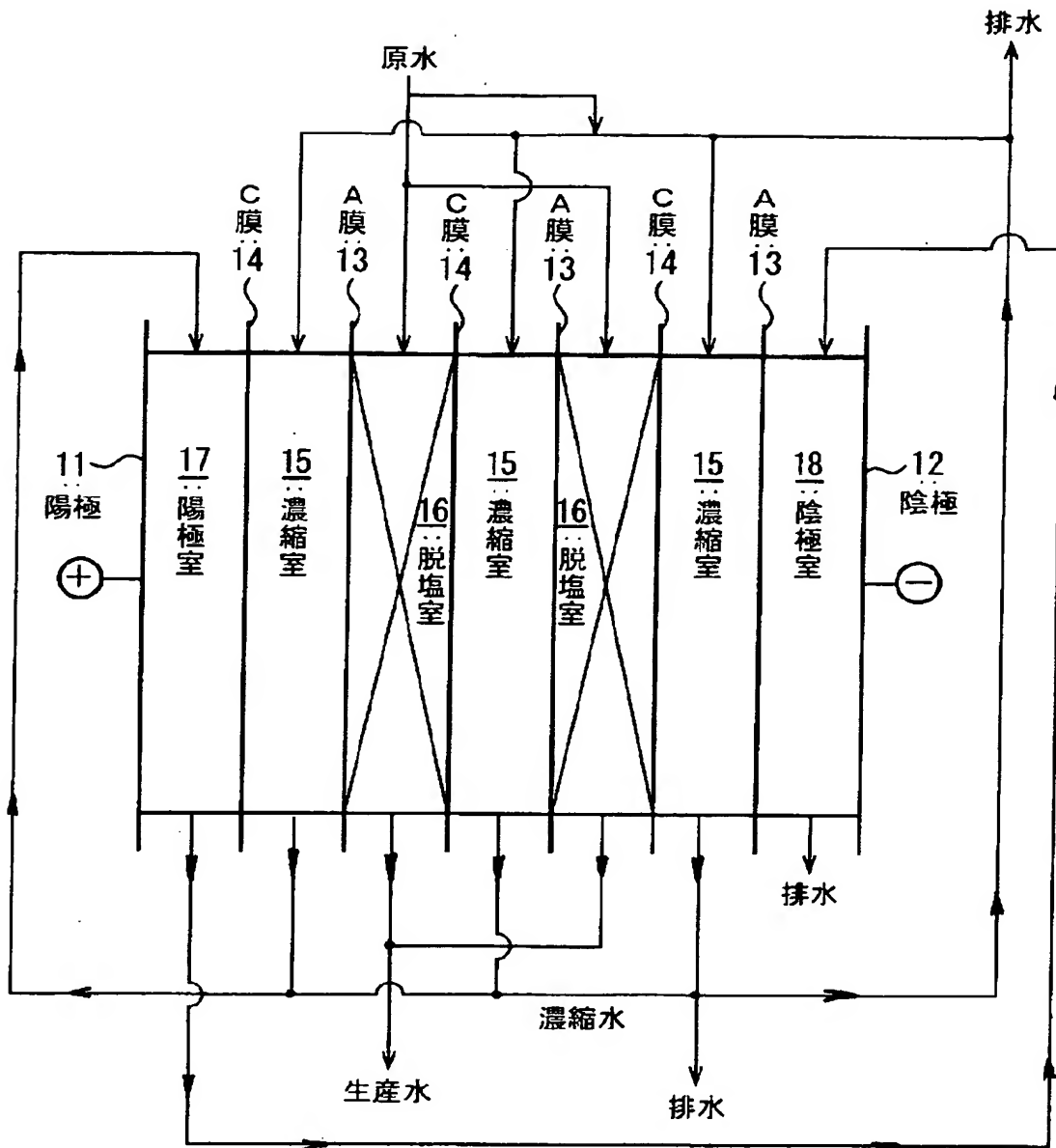
- 1 1 陽極
- 1 2 陰極
- 1 3 アニオン交換膜（A膜）
- 1 4 カチオン交換膜（C膜）
- 1 5 濃縮室
- 1 5 A, 1 5 B 濃縮水流通部
- 1 5 S 仕切壁
- 1 6 脱塩室
- 1 7 陽極室
- 1 8 陰極室
- 3 1, 4 0 ベースプレート
- 3 1 a 陰極室
- 3 2 陰極板
- 3 4 カチオン交換膜
- 3 5 脱塩室形成用枠状フレーム
- 3 6 アニオン交換膜
- 3 7 濃縮室形成用枠状フレーム
- 3 9 陽極板
- 4 0 a 陽極室
- 5 0 エンドプレート
- 6 0 タイロッド
- 8 0 補強部材

【書類名】 図面

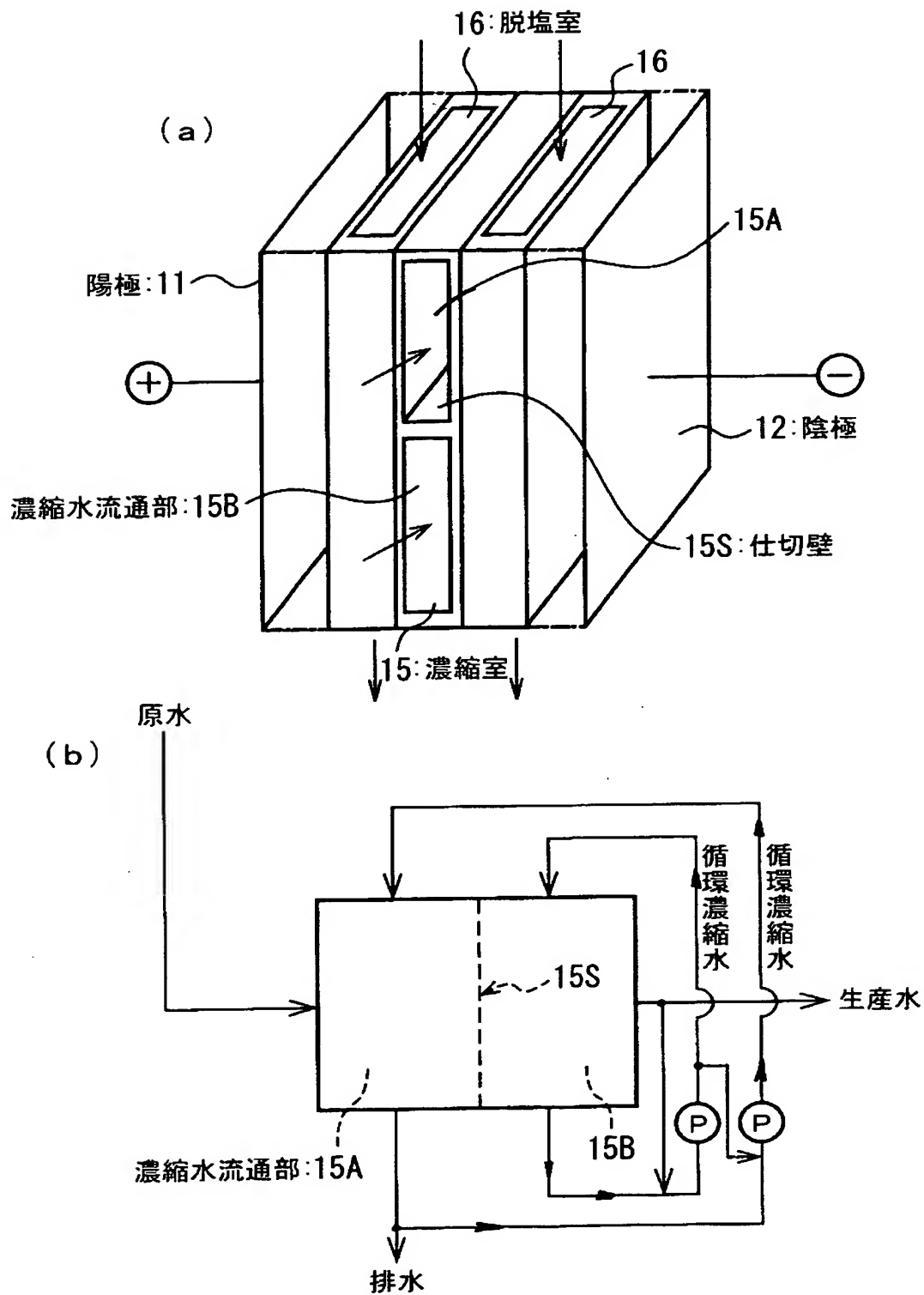
【図 1】



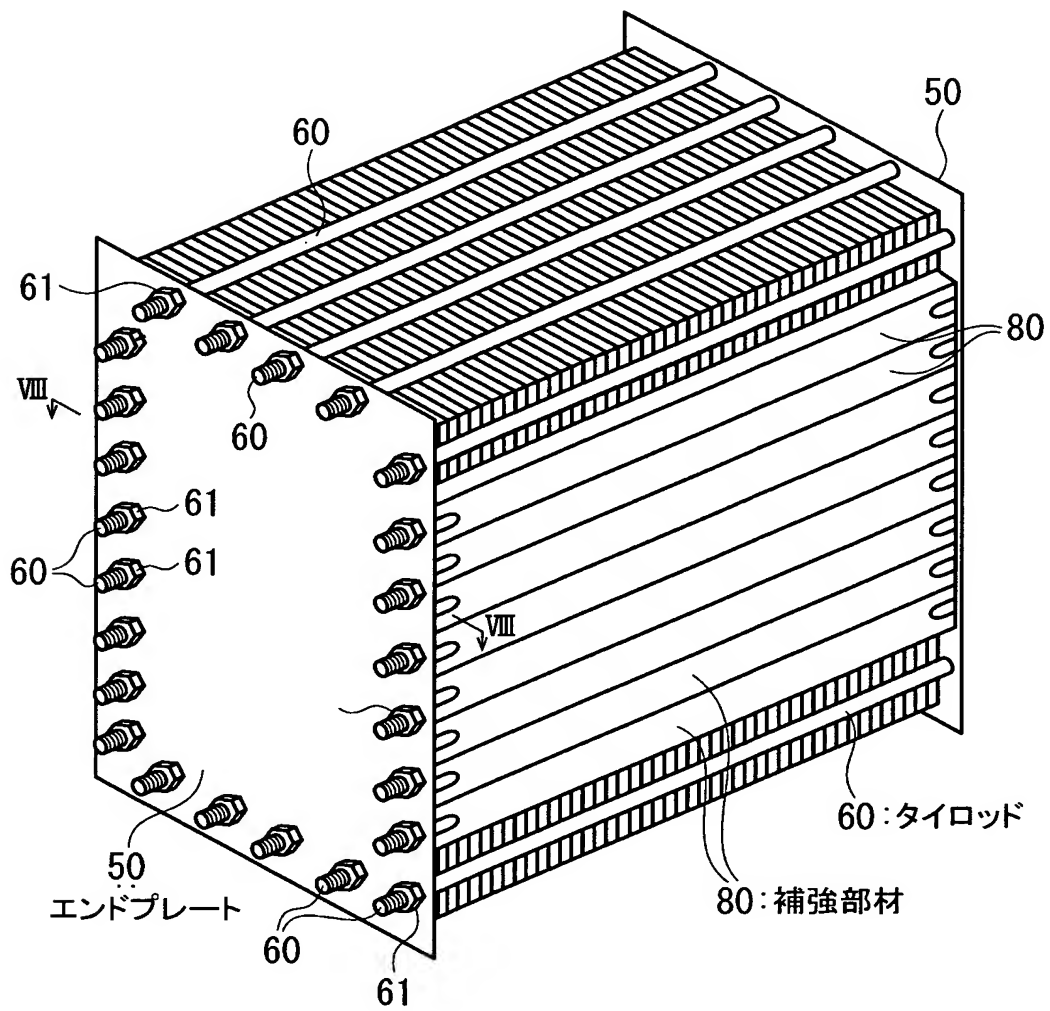
【図 2】



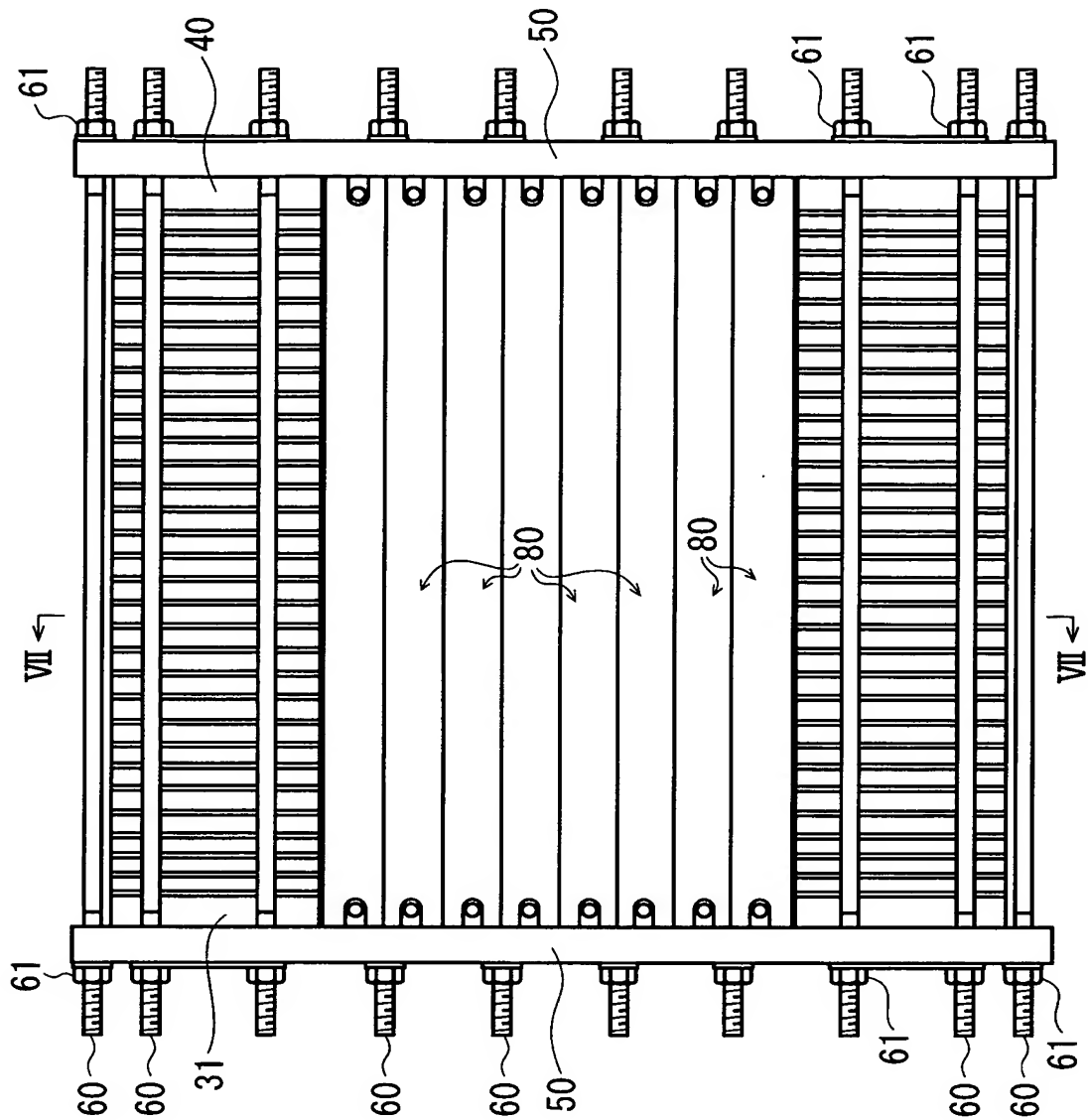
【図 3】



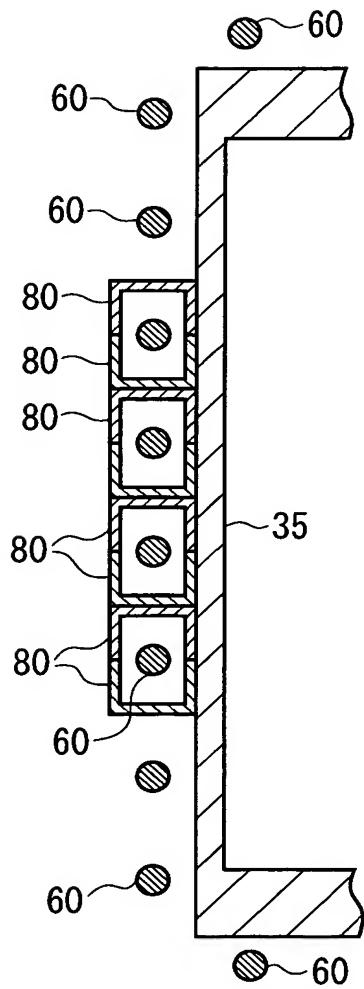
【図 4】



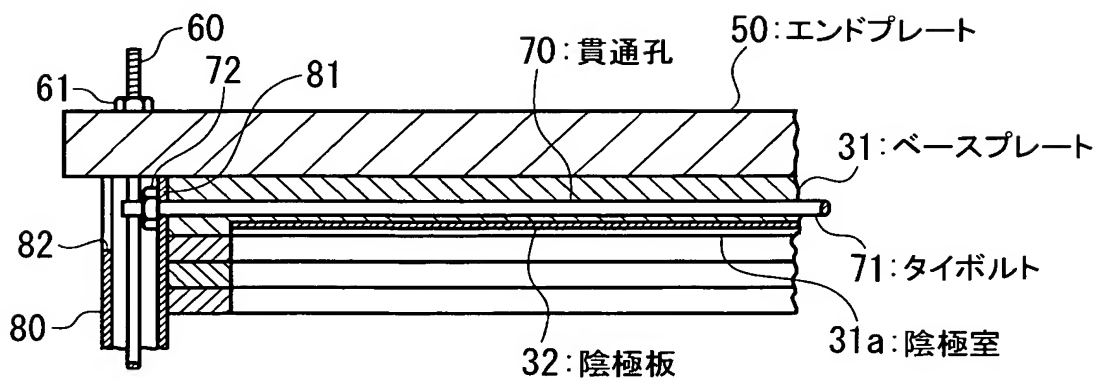
【図 5】



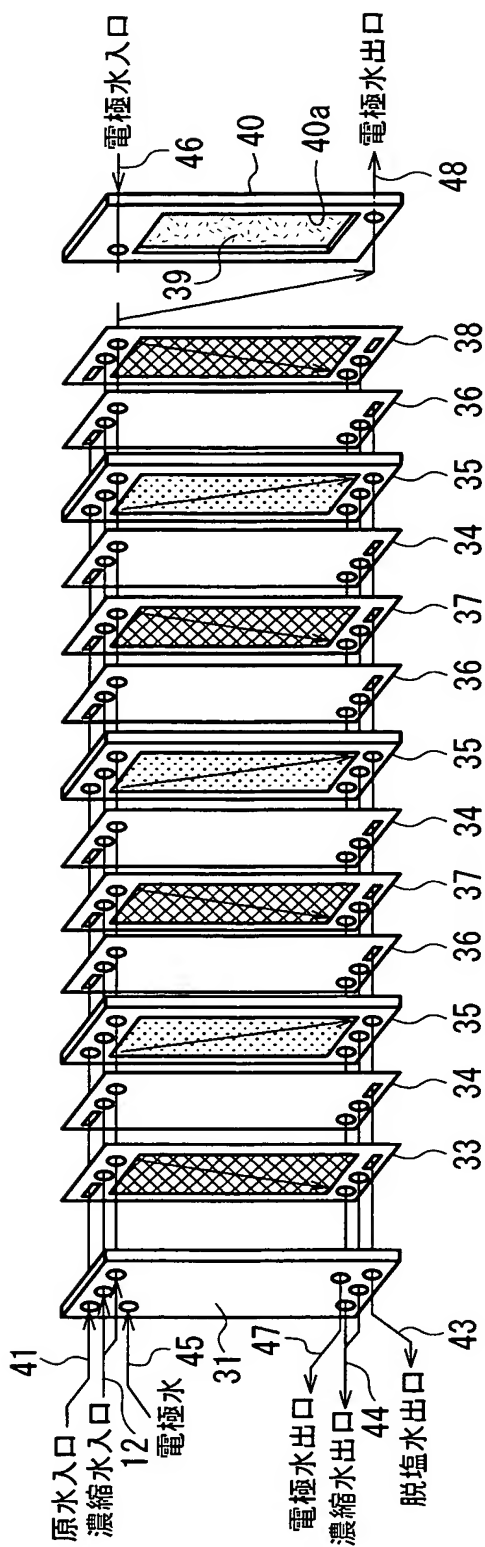
【図 7】



【図 8】



【図 9】



34: カチオン交換膜
36: アニオン交換膜

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電気脱イオン装置による処理において、特にシリカ及びホウ素を高度に除去する。

【解決手段】 陽極 11 を有する陽極室 17 と、陰極 12 を有する陰極室 18 と、これらの陽極室 17 と陰極室 18 との間に複数のアニオン交換膜 13 及びカチオン交換膜 14 を交互に配列することにより交互に形成された濃縮室 15 及び脱塩室 16 とを備え、脱塩室 16 及び濃縮室 15 にイオン交換体が充填されている。アニオン交換体／カチオン交換体（体積比）は 8／2～5／5 である。陽極室 17 及び陰極室 18 にそれぞれ電極水を通水し、濃縮室 15 に濃縮水を通水し、脱塩室 16 に原水を通水して脱イオン水を取り出す。濃縮水として、原水よりシリカ又はホウ素濃度の低い水を、脱塩室 16 の脱イオン水取り出し側から原水流入側へ向かう方向に濃縮室 15 に通水し、濃縮室 15 から流出した濃縮水の少なくとも一部を系外へ排出する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-198807
受付番号	50200997561
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成14年 7月 9日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月 8日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 1 9 8 8 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 6 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 3 丁目 4 番 7 号

氏 名

栗田工業株式会社